

## Моделирование динамики железнодорожных экипажей

Программный комплекс «Универсальный механизм» включает в себя специализированный модуль для моделирования динамики железнодорожных экипажей: локомотивов, вагонов и путевых машин.

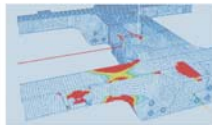
За время использования ПК «УМ» были разработаны более 40 моделей железнодорожных экипажей, в том числе тепловозы: ТЭП80, ТЭП70, 2ТЭ116, ТЭМ21, электровозы: ЧС2, ЧС4, ЧС6, 2ЧС7, 2ЧС8, ЧС200, ВЛ10, ВЛ15, ВЛ60, ВЛ80, 2ВЛ85, ЭП1, грузовой вагон с трехэлементными тележками, 120-тонная восьмиосная цистерна; дизель-поезд ДР1, вагон метро модели 81-717 и трамвай 71-608, модели поездов и электромеханические модели электровозов ЭП10, ЭП200, а также длиннобазные контейнерные платформы производства ОАО Трансмаш, г. Энгельс, и ОАО Рузхиммаш и многие другие.

С помощью УМ можно создавать полностью параметризованные модели: задавать с помощью идентификаторов или выражений инерционные и геометрические параметры, а также основные характеристики силовых элементов, например, жесткости пружин, коэффициенты диссипации гасителей, коэффициенты трения в контактах и так далее.

Модуль позволяет рассчитывать динамику ж.-д. экипажей в полной пространственной постановке, в прямых и кривых участках пути, с учетом и без учета неровностей путевой структуры с одновременным расчетом переменных, характеризующих динамические показатели экипажа. В частности ускорения произвольных точек любого тела, коэффициенты динамики, усилия в тягах и поводках, рамные силы, силы в контакте колесо-рельс, факторы износа, коэффициенты безопасности и так далее.



Тележка грузового вагона



Усталостные повреждения

Грузовой вагон



Локомотив ТЭ116



Электровоз ВЛ85



## Список дополнительных модулей

**CAD interfaces** • импорт графики и инерционных параметров твердых тел из программ КОМПАС 3D, SolidWorks, Autodesk Inventor и Pro/Engineer.

**UM Caterpillar** • дополнительный модуль для моделирования гусеничных экипажей.

**UM Optimization** • дополнительный модуль для параметрического сканирования и оптимизации

**UM Cluster** • служба распределенных вычислений. Расширяет функциональность модуля оптимизации. Позволяет проводить параллельные расчеты на многих компьютерах с обменом данными по локальной или глобальной сети.

**UM FEM** • дополнительный модуль для описания моделей, включающих как абсолютно твердые, так и упругие тела. Поддерживается импорт из ANSYS и MSC.NASTRAN.

**UM Control** • Интерфейс с Matlab/Simulink. Позволяет интегрировать схемы, созданные в Matlab/Simulink в модели механических систем УМ.

**UM Durability** • дополнительный модуль для оценки усталостной долговечности элементов конструкции.

**UM Train\Train 3D** • дополнительные модули для расчета продольной динамики поезда.

**UM Rail\Wheel Wear** • дополнительный модуль для прогнозирования износа профилей железнодорожных колес и рельсов.

**UM Ballast** • дополнительный модуль для моделирования динамики гранулярных сред в 2D постановке.

## Контактная информация

Россия, 241035, Брянск, бульвар 50-летия Октября, 7  
Лаборатория вычислительной механики  
Брянский государственный технический университет

### Научный руководитель

проф., д.ф.-м.н. Погорелов Дмитрий Юрьевич  
Web: <http://www.umlab.ru>, E-mail: [um@umlab.ru](mailto:um@umlab.ru)  
Тел., факс: +7 (4832) 568637

## Наши дистрибьюторы

### Компания «АСКОН»

Москва, Алтуфьевское шоссе, д. 1/7, Бета-Центр, офис 114  
Телефон: (495) 784-74-92, факс: (495) 784-74-92  
Email: [kompas@ascon.ru](mailto:kompas@ascon.ru), web: <http://www.ascon.ru>

### «Делкам-Урал»

Россия, 620131, г. Екатеринбург, ул. Metallургов, 166  
Телефон: (343) 214-46-70, Факс (343) 214-46-76  
E-mail: [info@delcam-ural.ru](mailto:info@delcam-ural.ru), web: <http://www.delcam-ural.ru>

### Украина

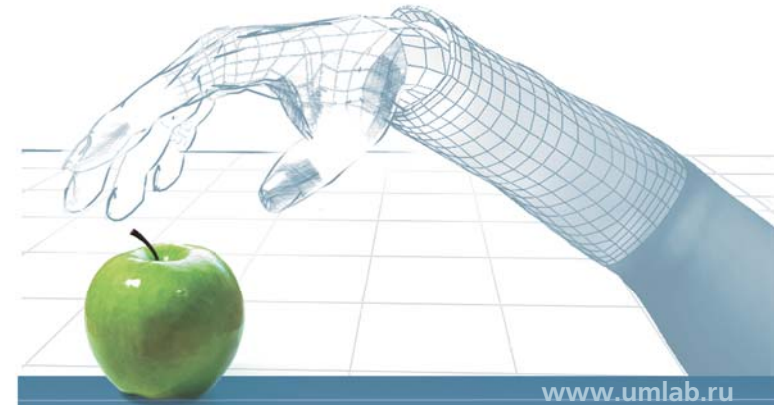
#### Ассоциация механиков «АссоМ»

Украина, 83000, г. Донецк, ул. Артема, 58  
Телефон: +38 (062) 348-50-56  
E-mail: [as@mech.dgtu.donetsk.ua](mailto:as@mech.dgtu.donetsk.ua)  
Web: <http://assom.donntu.edu.ua>, <http://vibro.donntu.edu.ua/>

Universal  
Mechanism

# Универсальный Механизм

Моделирование динамики механических систем



[www.umlab.ru](http://www.umlab.ru)

Лаборатория вычислительной механики  
Брянский государственный технический университет

## Программный комплекс «Универсальный механизм» (UM)

предназначен для моделирования динамики и кинематики плоских и пространственных механических систем.

Программа ориентирована на инженеров-практиков, студентов и преподавателей вузов, всех, кто сталкивается с проблемами исследования динамического поведения машин и механизмов. Механизмы описываются как системы твердых или упругих тел, шарниров и силовых элементов.

Поддерживается непосредственная анимация движения вашей модели в процессе расчета, решение прямой и обратной задач кинематики и динамики. Для анализа доступны практически все необходимые величины: **координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и т.д.**

Программа имеет развитый постпроцессор: линейный анализ, статистический анализ, оптимизация, экспорт результатов. Универсальный механизм — это эффективный инструмент для моделирования динамики самых разных машин и механизмов: **станков, автомобилей, железнодорожных экипажей, кабелей, металлургического оборудования, космических конструкций, электромеханических систем, роботов и манипуляторов, бытовой техники, систем вооружений и т.д.**

UM включает в себя ядро и ряд дополнительных модулей, расширяющих функциональность ядра: автомобильный модуль, железнодорожный модуль и другие.

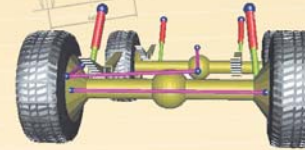
## Порядок создания и исследования моделей

1. Исходная механическая система. Постановка целей и задач исследования.



2. Подготовка исходных данных и концепции модели. Выбор расчетной схемы и степени детализации модели.

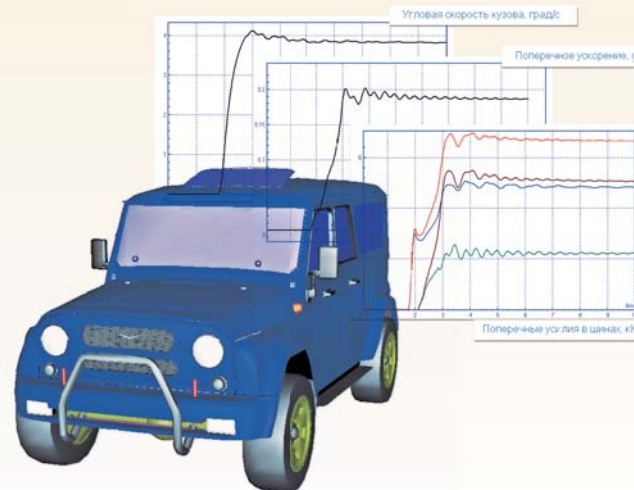
3. Создание тел, описание шарниров и силовых элементов. Параметризация модели.



4. Автоматический синтез уравнений движения.

$$M(q)\ddot{q} + k(q, \dot{q}) = Q(q, \dot{q}, t)$$

5. Моделирование динамики механической системы. Анализ результатов, оптимизация параметров.



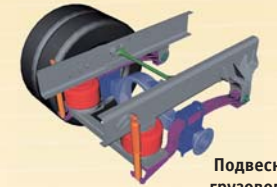
## Моделирование динамики автомобилей

Автомобильный модуль — это расширение функциональности базовой конфигурации UM, объединяющее в себе программные инструменты и библиотеку различных подвесок и элементов трансмиссии.

Модуль включает три модели сил, возникающих между шиной и дорогой при движении автомобиля. Реализованные математические модели шин де-факто являются стандартами для подобного рода расчетов и при адекватной настройке их параметров обеспечивают получение выходных данных с высокой точностью. В модуль включены следующие модели: **Магическая формула Пасейки, модель Fiala и возможность ввода табличных/экспериментальных зависимостей.**

Инструменты для описания микропрофиля дорожного полотна (неровности дороги):

- поточное задание профиля (для ввода промеренных участков пути);
- неровности, заданные аналитическими функциями;
- синтез неровностей по оценкам спектральной плотности микропрофилей.



Подвеска грузового автомобиля

В состав модуля включены файлы спектральной плотности мощности микропрофилей и соответствующие им реализации для дорог с различным покрытием: **цементобетон на жестком основании, асфальт в хорошем и удовлетворительном состоянии, булыжник.**

Модуль включает математические модели водителя и набор типовых маневров для оценки динамических свойств автомобилей: разгон и торможение в прямой, смена полосы движения, торможение в повороте, сброс газа в повороте, рывок руля и т.п. Анализ динамики автомобиля при помощи набора типовых тестов позволяет исследователю получить целостную картину динамических свойств автомобиля.



Грейдер

